

P22061.P04

# RS  
2  
6-25-02



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant :Y.C. CHUNG et al.

Serial No. :Not Yet Assigned

Filed :Concurrently Herewith

For :APPARATUS FOR MONITORING POLARIZATION MODE DISPERSION AND  
CHROMATIC DISPERSION AND TRANSMITTING MEANS FOR TRANSMITTING  
OPTICAL SIGNAL IN OPTICAL NETWORK

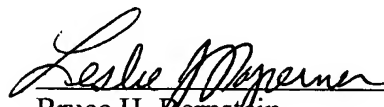
**CLAIM OF PRIORITY**

Commissioner of Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon  
Korean Application No. 2001-11721, filed March 7, 2001. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified  
copy of the Korean application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,  
Y.-C. CHUNG et al.

  
Bruce H. Bernstein  
Reg. No. 29,027  
Reg No.  
33,329

March 6, 2002  
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.  
1941 Roland Clarke Place  
Reston, VA 20191  
(703) 716-1191

Jc997 U.S. PTO  
10/091010  
03/06/02



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2001년 제 11721 호  
Application Number PATENT-2001-0011721

출원년월일 : 2001년 03월 07일  
Date of Application MAR 07, 2001

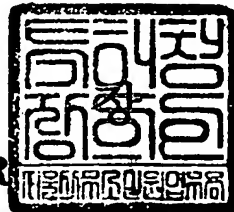
출원인 : 한국과학기술원  
Applicant(s) Korea Advanced Institute of Science and Technology



2002 년 02 월 25 일

특 허 청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2001.03.07
【발명의 명칭】	광통신망에서 편광모드분산 및 색분산 감시장치와 광신호의 송신수단
【발명의 영문명칭】	Apparatus for monitoring polarization mode dispersion and chromatic dispersion and transmitting means for transmitting optical signal in optical network
【출원인】	
【명칭】	한국과학기술원
【출원인코드】	3-1998-098866-1
【대리인】	
【성명】	조의제
【대리인코드】	9-1998-000509-2
【포괄위임등록번호】	2000-053051-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	정윤철
【성명의 영문표기】	CHUNG,Yeun Chol
【주민등록번호】	560430-1001518
【우편번호】	305-333
【주소】	대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 101동 1303 호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	박근주
【성명의 영문표기】	PARK,Keun Ju
【주민등록번호】	720827-1565611
【우편번호】	530-362
【주소】	전라남도 목포시 용당2동 9/4 1109-12
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

김훈

【성명의 영문표기】

KIM, Hun

【주민등록번호】

720528-1163318

【우편번호】

411-350

【주소】

경기도 고양시 일산구 마두동 백마마을 208동 804호

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

이준행

【성명의 영문표기】

LEE, Jun Heang

【주민등록번호】

770324-1221815

【우편번호】

482-830

【주소】

경기도 양주군 백석면 홍죽리 210-6

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

윤천주

【성명의 영문표기】

YOUN, Chun Ju

【주민등록번호】

731227-1896924

【우편번호】

305-338

【주소】

대전광역시 유성구 구성동 373-1 한국과학기술원  
전기및전자

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

신승균

【성명의 영문표기】

SHIN, Seung Kyun

【주민등록번호】

700228-1243216

【우편번호】

305-345

【주소】

대전광역시 유성구 신성동 124-16

【국적】

KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
조외제 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 4 면 4,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 9 항 397,000 원

【합계】 430,000 원

【감면사유】 정부출연연구기관

【감면후 수수료】 215,000 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명의 광통신망에서 편광모드분산 및 색분산 감시 장치는 입력되는 광신호를 분배하기 위한 광분배기, 광분배기에 의해 분배된 광을 광전변환하는 제 1수광기, 광전분배수단에 의해 분배된 광신호의 평균전력을 측정하기 위해 광신호를 광전변환하는 제 2수광기, 제 1수광기의 출력신호를 필터링하는 필터, 필터에 의해 필터링된 광신호의 주파수 대역을 측정하기 위한 전력측정기, 제 1수광기 및 제 2수광기로부터의 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 A/D변환기 및 A/D변환기로부터의 디지털데이터로부터 광신호의 편광모드분산과 색분산을 감시하는 마이크로프로세서를 포함하며, 광신호를 송신하는 송신단에 송신되는 광신호의 편광을 혼합하기 위한 편광혼합기를 포함한다.

위와 같은 편광모드분산과 색분산 감시 장치는 파장분할다중방식 광통신망에서 광신호가 겪는 편광모드분산과 색분산의 감시를 동시에 수행함으로써 광통신망을 효율적으로 운영/유지/관리할 수 있는 효과가 있으며, 특히 출력신호의 전력을 A/D변환기를 이용해 디지털화 시킨 후 마이크로프로세서를 이용하여 감시함으로써 간편하고 효과적으로 구현할 수 있다.

## 【대표도】

도 1

## 【색인어】

편광모드분산, 색분산, 편광혼합

**【명세서】****【발명의 명칭】**

광통신망에서 편광모드분산 및 색분산 감시장치와 광신호의 송신수단  
{Apparatus for monitoring polarization mode dispersion and chromatic  
dispersion and transmitting means for transmitting optical signal in optical  
network}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 본 발명에 따른 감시방법을 구현한 감시장치 구성도.

도 2는 본 발명의 다른 실시예를 나타내는 구성도.

도 3은 변조된 광신호가 편광모드분산 에몰레이터만을 통과했을 때, 전력측정기에서 측정된 전력을 나타내는 도면.

도 4는 변조된 광신호가 편광모드분산 에몰레이터와 345ps/nm의 색분산을 갖는 단일모드광섬유를 통과했을 때, 전력측정기에서 측정된 최대 전력을 나타내는 도면.

도 5는 변조된 광신호가 편광모드분산 에몰레이터와 여러 색분산값을 갖는 단일모드광섬유들을 통과했을 때, 전력측정기에서 측정된 최대 전력을 나타내는 도면.

도 6은 편광모드분산 에몰레이터의 편광모드분산값을 각각 20ps, 30ps, 40ps로 변화시켰을 때, 여러 색분산값을 갖는 단일모드광섬유들을 통과시킨 후, 측정된 편광모드분산값을 나타내는 도면.

도 7은 변조된 광신호를 여러 색분산값을 갖는 광섬유에 통과시킨 후, 각각의 편광모드분산값에 따라서 측정된 색분산값을 나타내는 도면.

도 8은 변조된 광신호를 20ps의 편광모드분산값을 갖는 편광모드분산 에물레이터와 150ps/nm의 색분산값을 갖는 단일모드광섬유에 통과시킨 후, 측정된 편광모드분산값과 색분산값을 나타내는 도면.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- |             |                   |
|-------------|-------------------|
| 10 : 송신단    | 11 : 레이저          |
| 12 : 광변조기   | 13 : 패턴발생기        |
| 14 : 편광혼합기  | 15 : 편광모드분산 에물레이터 |
| 16 : 광섬유    | 17 : 광감쇠기         |
| 20 : 감시장치   | 21 : 광분배기         |
| 22 : 제 1수광기 | 23 : 제 2수광기       |
| 24 : 필터     | 25 : 전력측정기        |
| 26 : A/D변환기 | 27 : 마이크로프로세서     |

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<18> 본 발명은 광통신망의 운영/유지/관리를 위한 광신호의 성능감시 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 신호주파수대역의 전력측정 및 송신단에서의 편광



혼합기법을 사용함으로써 편광모드분산과 색분산에 의한 광신호의 왜곡 및 편광 모드분산과 색분산의 크기를 알 수 있는 감시장치에 관한 것이다.

<19> 파장분할다중방식 광통신망은 여러개의 파장에 통신 채널을 할당하여 초고속 광신호를 전송함으로써 통신망을 효율적으로 초고속화 및 광대역화 시킬 수 있는 통신망이다. 최근 정보화 사회로 접어들면서 인터넷을 비롯한 각종 데이터 서비스와 고화질의 비디오 서비스가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 서비스들은 점점 대용량, 초고속을 요구하고 있어 전송대역폭이 넓어 초고속, 대용량 전송이 가능한 광통신망을 이용한 데이터전송이 폭증하고 있다. 이러한 데이터를 수용하기 위하여 파장분할다중방식 광통신망에서 채널당 전송 속도가 증가하고 있다. 이러한 초고속 광통신망에서는 광섬유에서 발생하는 편광모드분산과 색분산이 광신호를 왜곡시킴으로써 광신호의 품질에 영향을 줄 수 있다. 편광모드분산은 광전송 시스템에서 색분산과 함께 구형파로 변조되는 신호광의 펄스폭의 확대를 유발하여 최대 전송거리에 제한을 가져오고, 전송 품질을 악화시킨다. 이러한 편광모드분산과 색분산의 문제는 점점 대용량, 초고속을 요구하는 현실에서 더욱 심각해지고 있다.

<20> 또한, 광섬유의 절체 등으로 인하여 광통신망이 재구성되는 경우 편광모드 분산과 색분산이 크게 변화할 수 있으며, 광섬유가 포설되어 있는 장소의 온도 변화 등의 이유로 인하여 수시로 변화할 수 있다. 예를 들면, 온도가 40도 변화할 때 길이가 500km 인 LEAF(Large Effective Area Fiber)의 경우 전체 분산량이 80 ps/nm 변화할 수 있다. 이러한 값은 채널당 전송 속도가 40 Gb/s인 시스템의 분산 허용치를 초과하는 수치이다. 또한, 광섬유의 편광모드분산은 광섬유

구조의 불완전성이나 조임, 구부림, 뒤틀림, 압력, 온도 등에 의하여 확률적으로 변화하며 평균의 편광모드분산값보다 3배 이상의 값이 나올 확률이 1년에 21분 정도 되는 것으로 알려져 있다. 이러한 확률은 기존에 포설되어 있는 편광모드 분산값이 큰 광섬유의 경우 640km 장거리 전송시, 채널당 전송 속도가 2.5 Gb/s 인 시스템에 약간의 페널티를 줄 수가 있으며 현재 포설되고 있는 낮은 편광모드 분산값을 갖는 광섬유의 경우에도 채널당 전송속도가 40 Gb/s인 시스템에 약간의 페널티를 줄 수 있다. 따라서, 초고속 광통신망에서는 광신호의 편광모드분산 및 색분산을 항상 감시하여야 한다.

<21> 종래 광소자에서의 편광모드분산의 크기를 측정하는 방법으로는 고정된 편광이 광원이 측정하고자 하는 소자를 진행한 후 광원의 파장에 따른 편광 변화를 측정하는 방법, 파장 가변 레이저와 편광 상태 분석기를 이용하여 파장에 따른 광의 편광 상태 변화를 직접 관측하는 방법 등이 사용되고 있다.

<22> 최근에는 광통신망에서 광신호가 편광모드분산이 있는 광섬유를 통과했을 때 편광모드분산에 의한 광신호의 왜곡을 감시하는 방법으로 광신호가 편광모드 분산에 의해 왜곡될 때 신호 주파수 대역의 전력이 변화하는 하는 것을 측정하여 편광모드분산에 의한 신호의 왜곡정도를 감시하는 방법이 이용되고 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<23> 그러나, 종래의 상술된 방법들은 단순히 광섬유 자체의 편광모드분산을 측정하거나 편광모드분산에 의한 신호의 왜곡을 감시하는 방법으로서 여러 광섬유를 진행한 광신호 자체의 편광모드분산값을 감시하지 못하며 이러한 편광모드분산값을 감시하는 방법은 지금까지 발표되지 않고 있다. 또한, 종래의 감시방법

은 광신호의 왜곡을 결정짓는 다른 요인 예컨대 광섬유의 색분산에 의한 영향을 알 수 없다. 즉, 광신호가 광섬유를 통과하게 되면 광섬유의 색분산에 의해 각 주파수성분의 위상이 변조되게 되는데, 이러한 신호가 수광기에서 광전변환될 경우 광섬유의 색분산값에 따라서 전기 신호의 전력이 변화하게 된다. 그러므로 종래의 감시방법은 광신호의 왜곡이 편광모드분산에 의한 것인지 색분산에 의한 것인지를 구별할 수 없다.

<24> 따라서, 본 발명의 목적은 파장분할다중방식 광통신망에서 편광혼합기법을 이용하여 색분산에 의한 영향과 편광모드분산에 의한 영향을 구별하여 각 광신호가 겪는 편광모드분산과 색분산을 동시에 측정함으로써 편광모드분산과 색분산을 감시할 수 있는 감시장치를 제공함에 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<25> 위와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 광통신망에서 편광모드분산 및 색분산 감시 장치는 입력되는 광신호를 분배하기 위한 광분배수단, 광분배수단에 의해 분배된 광을 광전변환하는 제 1수광기, 광전분배수단에 의해 분배된 광신호의 평균전력을 측정하기 위해 광신호를 광전변환하는 제 2수광기, 제 1수광기의 출력신호를 필터링하는 필터, 필터에 의해 필터링된 광신호의 주파수 대역을 측정하기 위한 전력측정기, 제 1수광기 및 제 2수광기로부터의 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 A/D변환기 및 A/D변환기로부터의 디지털데이터로부터 광신호의 편광모드분산과 색분산을 감시하는 마이크로프로세서를 포함하며, 광신호를 송신하는 송신단에 편광혼합기를 포함한다.

- <26> 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세하게 설명한다.
- <27> 도 1은 본 발명에 따른 감시 장치의 구성 및 이 감시 장치를 이용하여 광신호의 편광모드분산값 및 색분산값을 감시하는 전체구성을 나타내는 구성도이다.
- <28> 도 1의 구성은 크게 광섬유를 통해 데이터를 광신호로 전송하기 위한 송신수단(10)과 수신된 광신호를 광전변환한 후 해당 광신호의 편광모드분산과 색분산을 감시하기 위한 감시장치(20)로 이루어진다.
- <29> 송신수단(10)은 종래의 광신호 전송을 위한 전송수단과 그 기능이 유사하나 본 발명에서는 전송되는 광신호를 어느 특정된 한 방향이 아닌 여러 방향으로 편광되도록 해주는 편광혼합(polarization scrambling)기법을 이용하기 위한 편광혼합기(14)를 더 포함한다. 이러한 편광혼합기(14)는 변조된 광신호의 편광이 모든 편광상태를 갖도록 변조해준다.
- <30> 일반적으로 광통신망의 송신단에 사용되는 레이저는 일정한 방향의 편광을 갖는 광신호를 출력한다. 편광혼합기(14)는 이러한 일정한 방향의 편광을 갖는 광신호를 입력받아 시간에 따라서 모든 방향의 편광 상태를 갖는 광신호를 출력한다. 이러한 편광혼합기(14)는  $\lambda/4$  파장판 또는  $\lambda/2$  파장판 등으로 구성될 수 있으며, 이러한 파장판들을 조절함으로써 광신호의 편광 상태를 시간에 따라 모든 방향의 편광 상태를 갖도록 할 수 있다.

- <31> 감시장치(20)에 있어서, 광분배기(21)는 광섬유(16)를 거쳐 광감쇠기(17)를 통과한 광신호를 두 부분으로 분배한다. 이러한 광분배기(21)는 일정한 비율로 신호를 추출하는 광커플러(coupler)가 사용된다.
- <32> 제 1수광기(22) 및 제 2수광기(23)는 광분배기(21)에 의해 분배된 광신호를 각각 광/전변환한다. 제 1수광기(22)는 광분배기(21)에 의해 분배된 광신호의 주파수 대역을 측정하기 위해 광신호를 전기적 신호로 변환하며, 제 2수광기(23)는 광분배기(21)에 의해 분배된 광신호의 평균전력을 측정하기 위해 광신호를 전기적 신호로 변환한다.
- <33> 필터(24)는 제 1수광기(22)로부터의 출력되는 신호를 전기적으로 필터링하여 측정하고자 하는 주파수 대역만을 통과시키며, 이때 중심주파수는 패턴발생기(13)에서 발생하는 데이터 신호의 주파수 대역내에 포함된다. 전력측정기(25)는 필터링된 전기신호에 대해 주파수 대역의 전력을 측정한다.
- <34> A/D변환기(26)는 전력측정기(25) 및 제 2수광기(23)로부터 인가되는 아날로그신호인 전기신호를 디지털신호를 변환하여 주며, 마이크로프로세서(27)는 디지털화된 데이터를 이용하여 간단한 연산작용을 수행함으로써 광섬유(16)를 통과한 광신호의 편광모드분산 및 색분산을 감시한다.
- <35> 전기적 신호를 광신호로 변환시켜주는 레이저(11)에서의 광출력이 광변조기(12)에 입력되고 패턴발생기(13)는 전송 데이터신호를 발생시켜 광변조기(12)를 20Gbps의 전송속도로 구동시킨다. 광변조기(12)에 의해 변조된 광신호는 편광혼합기(Polarization Scrambler, 14)에 인가되어 광신호의 편광이 어느 특정 편광방향이 아닌 모든 편광상태를 갖도록 변조된다. 이러한 편광혼합기(14)는  $\lambda/4$

파장판 또는  $\lambda/2$  파장판 등으로 구성될 수 있다. 편광혼합기(14)에 의해 편광 혼합된 광신호는 편광모드분산 에뮬레이터(emulator)(15)를 통과함으로써 편광모드분산을 갖게된다. 편광모드분산 에뮬레이터(15)는 광섬유의 편광모드분산율을 모의 발생시키는 기능을 갖는다. 편광모드분산을 갖는 광신호는 광섬유(16)에 전송됨으로써 또한 색분산을 갖게된다. 이렇듯 광섬유(16)에 전송된 광신호는 광감쇠기(17)를 통과한 후 본 발명에 따른 편광모드분산 및 색분산 감시 장치(20)에 입력된다. 상술된 바와같이 광신호가 편광모드분산이 있는 광섬유를 지나게 되면 제 1수광기(22)에서 광전변환된 광신호의 전력  $P(f)$ 는 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

<36> **【수학식 1】**  $P(f) \propto 1 - 4\gamma(1-\gamma) \sin^2(\pi f \Delta\tau)$

<37> 수학식 1에서,  $f$ 는 주파수,  $\gamma$ 는 광섬유의 두 편광 축에 입력되는 광신호의 전력 비,  $\Delta\tau$ 는 편광모드분산값을 나타낸다.

<38> 광신호가 편광모드분산 뿐만아니라 색분산이 있는 광섬유를 지나게 되면 제 1수광기(22)에서 광전변환된 전력은 수학식 2와 같은 식으로 나타낼 수 있다.

<39> **【수학식 2】**  $P(f) \propto \cos(\pi cDL (f/f_0)^2)$

<40> 여기에서,  $c$ 는 빛의 속도,  $D$ 는 광섬유의 색분산계수(ps/km/nm),  $L$ 은 광섬유의 길이,  $f_0$ 는 광신호의 광주파수를 나타낸다.

<41> 따라서, 도 1과 같이 편광모드분산 및 색분산을 동시에 갖는 광신호를 제 1수광기(22)에 입력하면 제 1수광기(22)의 출력신호의 전력은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<42> [수학식 3]  $P(f) \propto [1 - 4\gamma(1-\gamma) \sin^2(\pi f \Delta\tau)] [\cos(\pi cDL (f/f_0)^2)]$

<43> 따라서, 수신된 광신호의 전력은 편광모드분산 및 색분산에 의한 영향을 동시에 받게된다. 이때, 도 1에서와 같이 편광혼합기법을 사용하면  $\gamma$ 가 0 과 1이 되거나 또는 0.5가 되는 상황이 존재하게 된다. 광섬유에 입력되는 광신호의 전력이 광섬유의 두 선형 편광 축(x축는 y축) 중 어느 한 축으로 모두 진행하면  $\gamma$ 가 0 또는 1이 되고, 광신호의 전력이 두 편광 축으로 균등하게 진행하면  $\gamma$ 가 0.5가 된다.  $\gamma$ 가 0 또는 1이 되면 제 1수광기(22) 출력신호의 전력이 최대  $(P(f)_{\max})$ 가 되고, 0.5가 되면 최소  $(P(f)_{\min})$ 가 되며 이러한 관계는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<44> [수학식 4]  $P(f)_{\max} \propto \cos(\pi cDL (f/f_0)^2)$

<45>  $P(f)_{\min} \propto [\cos^2(\pi f \Delta\tau)] \cos(\pi cDL (f/f_0)^2)$

<46> 따라서, 최대전력  $(P(f)_{\max})$ 과 최소전력  $(P(f)_{\min})$ 의 비를 구하면 편광모드분산값을 감시할 수 있으며, 최대전력으로부터 색분산값을 감시할 수 있다.

<47> 수학식 4를 이용하여 편광모드분산값  $\Delta\tau$  및 색분산 DL을 구하면 다음과 같이 나타낼 수 있다.

<48> [수학식 5]  $\Delta\tau = \cos^{-1}(2 P(f)_{\min} / P(f)_{\max} - 1) / (2\pi f)$

<49>  $DL \propto P(f)_{\max}$

<50> 따라서, 도 1에서 도시된 바와 같이 편광혼합기법과 제 1수광기(22) 출력신호의 전력을 측정함으로써 편광모드분산값을 감시할 수 있다. 또한, 제

1수광기(22) 출력신호의 전력에 영향을 주는 다른 요인들을 무시한다면, 색분산 값도 동시에 감시 할 수 있게 된다.

<51> 도 1에 도시된 편광모드분산 및 색분산 감시장치(20)의 구성을 보다 자세히 설명하면 다음과 같다.

<52> 감시장치(20)에 입력되는 광신호는 광분배기(21)에 의해 일정한 비율로 신호가 추출되어 한 부분은 광신호의 RF(Radio Frequency)전력을 측정하기 위한 제 1수광기(22)에 그리고 다른 한 부분은 광신호의 평균전력을 측정하기 위한 제 2수광기(23)에 각각 입력된다. 따라서, 수신되는 광신호의 RF전력을 측정하기 위해 제 1수광기(22)는 고주파의 신호를 측정할 수 있어야 한다. 광신호의 평균전력을 측정하기 위해 제 2수광기(23)에서 광전변환된 출력신호는 바로 A/D변환기(26)에 입력되어 디지털화된 후 마이크로프로세서(27)에 입력되어 광신호의 평균전력이 측정된다. 광신호의 RF전력을 측정하기 위해 제 1수광기(22)에서 광전변환된 출력신호는 측정하고자 하는 주파수 대역을 선택하기 위해 필터(24)에서 전기적으로 필터링된 후 전력 측정기(25)에 입력된다. 이때, 필터(24)의 중심주파수는 패턴발생기(13)에서 발생된 데이터 신호의 주파수 대역내에 포함된다. 본 발명에서는 10GHz 대역의 주파수 성분만을 선택하기 위하여 중심주파수가 10GHz 이고 대역폭이 0.3GHz인 필터(24)를 사용하였다. 필터(24)를 통과하여 필터링된 신호는 전력측정기(25)에 입력되어 RF전력이 측정된 다음, 출력이 A/D변환기(26)에서 디지털변환된 후 마이크로프로세서(27)에 입력된다. 마이크로프로세서(27)는 수학적 (5)와 같은 간단한 연산을 수행하여 편광모드분산값 및 색분산을 감시하게 된다.



<53> 도 2는 본 발명의 다른 실시예를 나타내는 구성도로 고주파의 파일럿 톤을 사용하여 편광모드분산 및 색분산을 감시하는 구성도이다. 편광혼합기법을 이용하고 수광기(22, 23)의 출력 전력을 측정함으로써 광신호의 편광모드분산값 및 색분산값을 측정하는 원리는 도 1에서와 동일하다. 도 2에서는 패턴발생기(13) 대신에 전송데이터 신호 뿐만아니라 파일럿 톤신호를 동시에 발생시키는 패턴 및 톤신호 발생기(19)를 두어 송신수단(10)에서 데이터신호 외에 여분의 파일럿 톤신호를 광신호에 인가한다. 따라서, 편광모드분산 및 색분산 감시장치(20)에서 진폭 변조된 파일럿 톤의 전력을 측정함으로써 광신호의 편광모드분산값 및 색분산값을 감시할 수 있다. 이때, 파일럿 톤의 주파수는 데이터신호와 간섭을 피하기 위해 데이터보다 높은 주파수에 위치시킨다. 즉 데이터신호의 전송 속도가 20Gbps인 경우 파일럿 톤의 주파수는 최소한 20GHz이상이 되어야 한다. 또한, 편광모드분산 및 색분산 감시장치(20)에 위치한 필터(24)의 중심주파수는 파일럿 톤의 주파수와 일치하여야 한다. 이와같이 고주파의 파일럿 톤을 사용함으로써 감시할 수 있는 편광모드분산값 및 색분산값의 해상도를 증가시킬 수 있게된다.

<54> 도 3은 변조된 광신호가 편광모드분산 에몰레이터(15)만을 통과했을 때, 전력측정기(25)에서 측정된 전력을 나타낸다. 도 3에서와 같이 편광혼합의 효과로 인하여 전력의 크기가 시간에 따라 최소값과 최대값이 존재함을 알 수 있다. 이때, 최대값과 최소값의 비는 도 3에서와 같이 편광모드분산값에 따라서 다르므로 이로부터 편광모드분산을 감시할 수 있게된다.

<55> 도 4는 변조된 광신호가 편광모드분산 에몰레이터(15)와 345ps/nm의 색분산을 갖는 단일모드광섬유를 통과했을 때, 전력측정기(25)에서 측정된 최대 전력을

나타낸다. 도 4에서의 경우 편광모드분산값을 변화시키더라도 측정된 최대 전력은 변화하지 않는 것을 알 수 있다. 이로써 편광모드분산이 존재하여도 최대 전력을 측정함으로써 색분산에 의한 효과를 구별할 수 있다.

<56> 도 5는 변조된 광신호가 편광모드분산 에플레이터(15)와 여러 색분산값을 갖는 단일모드광섬유들을 통과했을 때, 전력측정기(25)에서 측정된 최대 전력을 나타낸다. 이때 편광모드분산 에플레이터(15)의 편광모드분산값은 50ps이다. 도 5에서와 같이 광섬유의 색분산값이 증가하면 측정된 전력의 최대값은 감소하므로 이로부터 최대 전력을 측정함으로써 광섬유의 색분산값을 감시할 수 있게 된다.

<57> 도 6은 편광모드분산 에플레이터의 편광모드분산값을 각각 20ps, 30ps, 40ps로 변화시켰을 때, 여러 색분산값을 갖는 단일모드광섬유들을 통과시킨 후, 측정된 편광모드분산값을 나타낸다. 측정결과 도면에서와 같이 편광모드분산값을  $\pm 2.5$ ps의 오차범위 내에서 측정할 수 있었다.

<58> 도 7은 변조된 광신호를 여러 색분산값을 갖는 광섬유에 통과시킨 후, 각각의 편광모드분산값에 따라서 측정된 색분산값을 나타낸다. 측정결과 도면에서와 색분산값을  $\pm 25$ ps/nm의 오차범위 내에서 측정할 수 있었다.

<59> 도 8은 변조된 광신호를 20ps의 편광모드분산값을 갖는 편광모드분산 에플레이터(15)와 150ps/nm의 색분산값을 갖는 단일모드광섬유에 통과시킨 후, 측정된 편광모드분산값과 색분산값을 나타낸다. 도면에서와 같이 10시간 이상 측정하여도 편광모드분산값의 오차범위는  $\pm 2.5$ ps 이내이고 색분산값의 오차 범위는  $\pm 25$ ps/nm의 오차범위 이내로 측정되었다.

**【발명의 효과】**

<60> 상술한 바와 같이 본 발명의 편광모드 분산과 색분산 감시 장치는 파장분할 다중방식 광통신망에서 광신호가 겪는 편광모드분산과 색분산의 감시를 동시에 수행함으로써 광통신망을 효율적으로 운영/유지/관리할 수 있는 효과가 있으며, 특히 출력신호의 전력을 A/D변환기를 이용해 디지털화 시킨 후 마이크로프로세서를 이용하여 감시함으로써 간편하고 효과적으로 구현할 수 있다.

**【특허청구범위】**

**【청구항 1】**

파장분할다중방식 광통신망에서 광신호를 송신하기 위한 송신수단에 있어서

광신호를 발생하는 광원;

상기 광원으로부터의 광신호를 변조하는 광변조기;

상기 광변조기를 구동시키기 위한 패턴발생기; 및

상기 광변조기에 의해 변조되어 출력되는 광신호의 편광을 혼합하기 위한 편광혼합기를 포함하는 광신호 송신수단.

**【청구항 2】**

제 1항에 있어서, 상기 패턴발생기는 전송데이터 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 광신호 송신수단.

**【청구항 3】**

제 1항에 있어서, 상기 패턴발생기는 전송데이터 신호 및 고주파의 파일럿 톤을 동시에 발생시키는 것을 특징으로 하는 광신호 송신수단.

**【청구항 4】**

파장분할다중방식 광통신망에서 광신호를 감시하기 위한 감시장치에 있어서

입력되는 광신호를 분배하기 위한 광분배기;

상기 광분배기에 의해 분배된 광신호의 주파수대역을 측정하기 위해 광신호를 광전변환하는 제 1수광기;

상기 광전분배기에 의해 분배된 광신호의 평균전력을 측정하기 위해 광신호를 광전변환하는 제 2수광기;

상기 제 1수광기의 출력신호 중 측정하고자 하는 주파수 대역만을 통과시키는 필터;

상기 필터에 의해 필터링된 광신호의 주파수 대역의 전력을 측정하기 위한 전력측정기;

상기 제 1수광기 및 제 2수광기로부터의 아날로그신호를 디지털신호로 변환하는 A/D변환기; 및

상기 A/D변환기로부터의 디지털데이터로부터 광신호의 평균전력을 측정하고, 상기 전력측정기에 의해 측정된 전력값을 이용하여 편광모드분산과 색분산을 감시하는 마이크로프로세서를 포함하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

#### 【청구항 5】

제 4항에 있어서, 상기 전력측정기는 편광혼합기법에 의해 상기 제 1수광기에서 출력되는 출력신호의 최대값( $P(f)_{\max}$ )과 최소값( $P(f)_{\min}$ )을 산출하며 상기 최대값과 최소값은 다음과 같이 표현되는 것을 특징으로 하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

$$P(f)_{\max} \propto \cos(\pi cDL (f/f_0)^2)$$

$$P(f)_{\min} \propto [\cos^2(\pi f \Delta \tau)] \cos(\pi c D L (f/f_0)^2)$$

여기에서, 여기서,  $c$ 는 빛의 속도,  $D$ 는 광섬유의 색분산계수(ps/km/nm),  $L$ 은 광섬유의 길이,  $f$ 는 주파수,  $f_0$ 는 광신호의 광주파수이다.

#### 【청구항 6】

제 5항에 있어서, 상기 마이크로프로세서는 상기 전력측정기에 의해 측정된 최대전력( $P(f)_{\max}$ )과 최소전력( $P(f)_{\min}$ )의 비로 편광모드분산값을 감시하고, 최대전력으로부터 색분산값을 감시하며, 편광모드분산값과 색분산값은 다음과 같이 표현되는 것을 특징으로 하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

$$\Delta \tau = \cos^{-1} (2 P(f)_{\min} / P(f)_{\max} - 1) / (2 \pi f)$$

$$DL \propto P(f)_{\max}$$

여기에서,  $D$ 는 광섬유의 색분산계수(ps/km/nm),  $L$ 은 광섬유의 길이,  $f$ 는 주파수이다.

#### 【청구항 7】

제 4항에 있어서, 상기 광분배기는 일정한 비율로 수신되는 광신호를 추출하는 광커플러인것을 특징으로 하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

#### 【청구항 8】

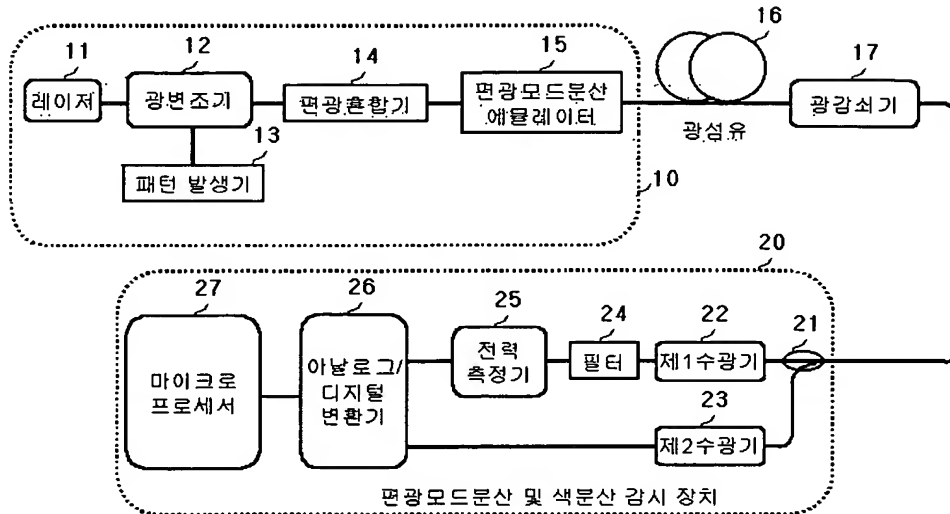
제 4항에 있어서, 상기 필터는 수신되는 광신호에 데이터신호만이 인가된 경우 인가된 데이터신호의 주파수 대역내의 중심주파수를 갖는 것을 특징으로 하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

【청구항 9】

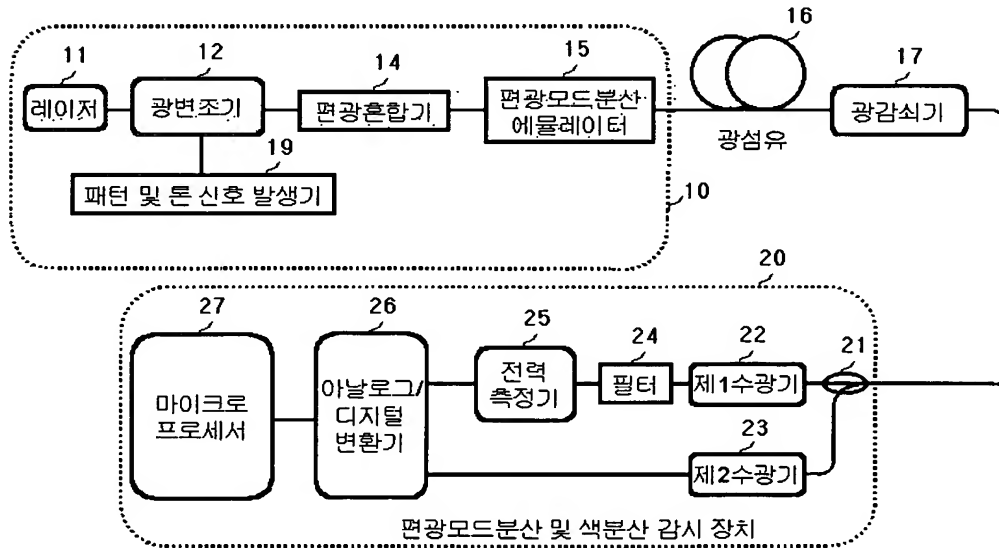
제 4항에 있어서, 상기 필터는 수신되는 광신호에 데이터신호 및 여분의 파일럿 톤 신호가 인가되는 경우 고주파 파일럿 톤의 주파수와 일치하는 중심 주파수를 갖는 것을 특징으로 하는 편광모드분산 및 색분산 감시장치.

## 【도면】

【도 1】

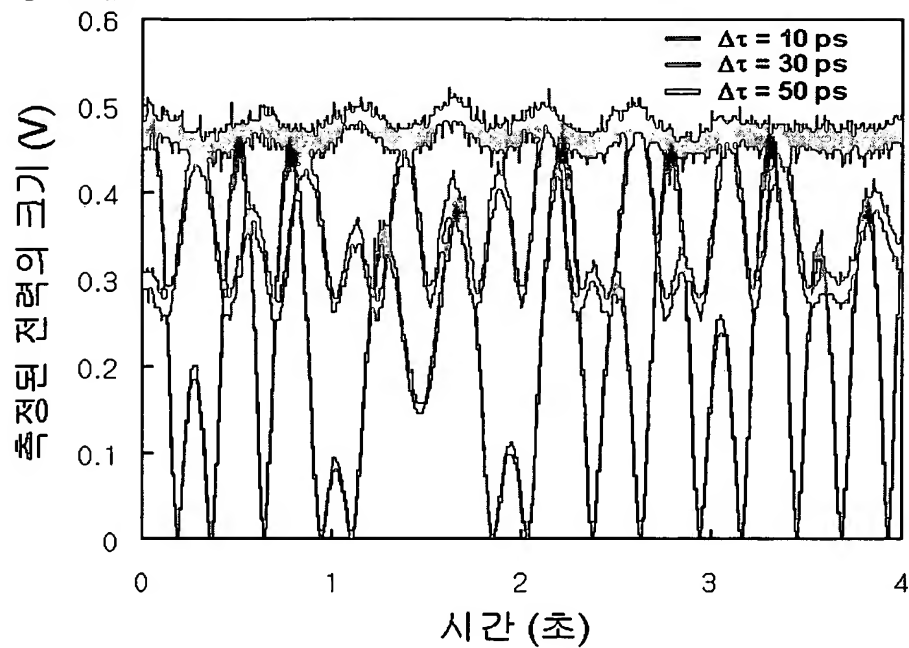


【도 2】

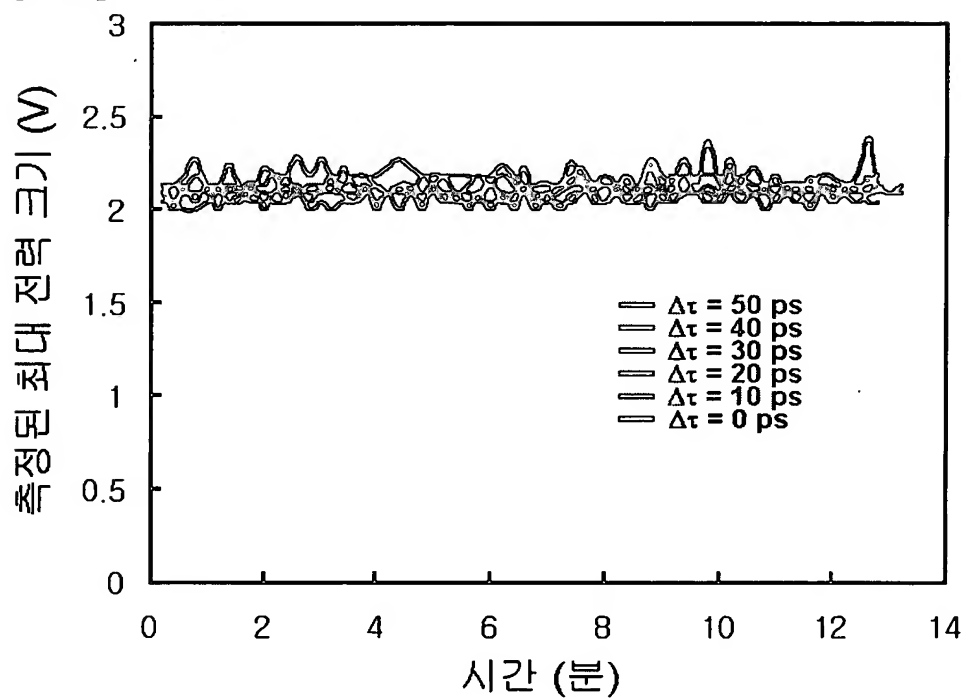




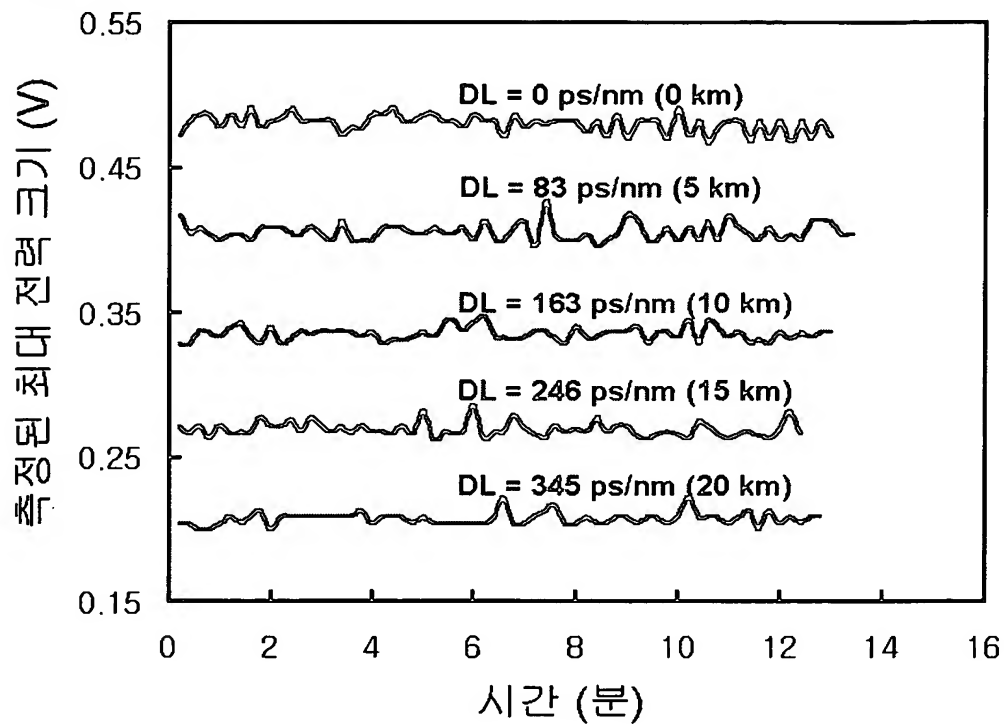
【도 3】



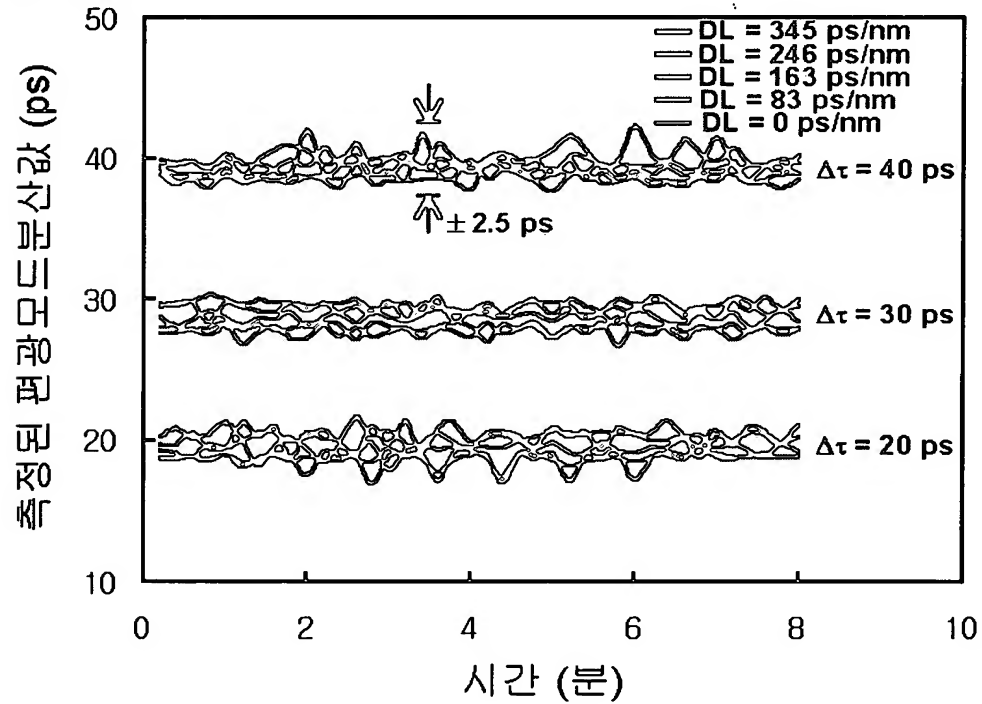
【도 4】



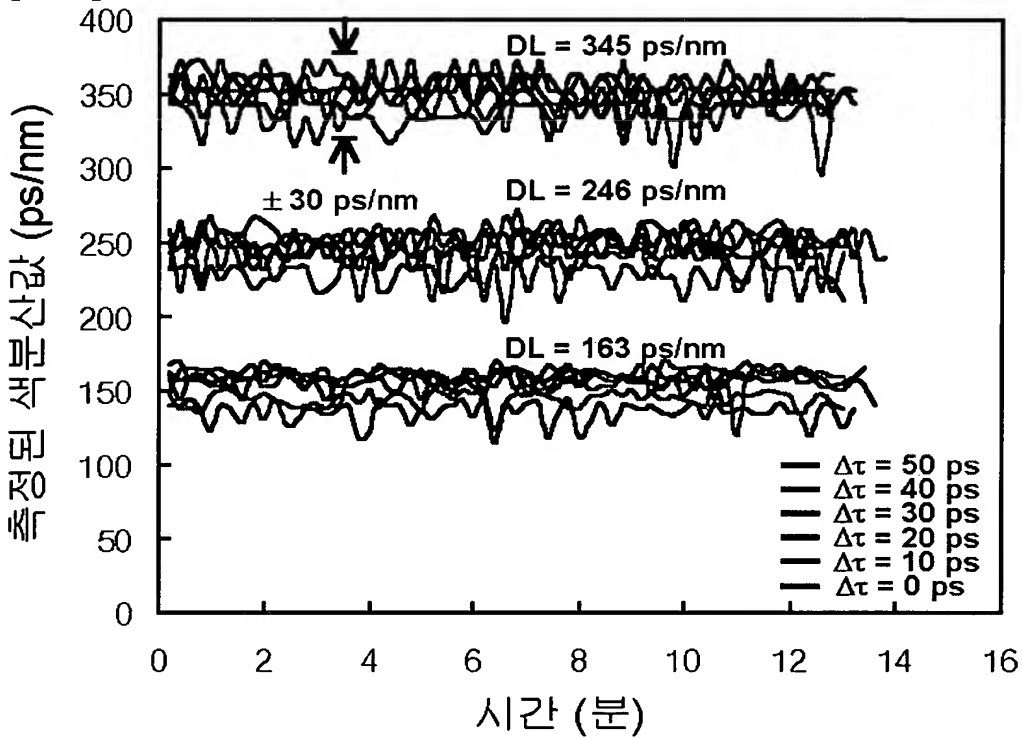
【도 5】



【도 6】



【도 7】



【도 8】

